

DERWENT- 2003-738862
ACC-NO:

DERWENT- 200370
WEEK:

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Perfect autonomous multi-agent system control method for emergency service, involves determining value charged with respect to software agent on different execution environments, to select execution environment

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP[NITE]

PRIORITY-DATA: 2002JP-0064756 (March 11, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2003263419	A September 19, 2003	N/A	015	G06F 015/16

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2003263419A	N/A	2002JP-0064756	March 11, 2002

INT-CL (IPC): G06F015/16, G06F015/177

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003263419A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The value charged with respect to start of software agent providing run time services such as directory service and lifecycle service, and the value provided to the service provider, are calculated. The value charged or provided to software agent on different execution environments (1) is determined to select the execution environment with smallest value.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

- (1) perfect autonomous multi-agent system control apparatus;
- (2) perfect autonomous multi-agent system control program; and
- (3) computer readable recorded medium storing perfect autonomous multi-agent system control program.

USE - For controlling perfect autonomous multi-agent system in adaptive type network architecture for emergency service.

ADVANTAGE - Allows the software agent to execute autonomously and effectively, even during abrupt change of end user or time and space change.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the perfect autonomous multi-agent system. (Drawing includes non-English language text).

execution environment 1

agent 2

environment controller 120

communication department 130

environment manager 140

agent controller 220

agent manager 240

CHOSEN- Dwg.2/18
DRAWING:

TITLE- PERFECT AUTONOMOUS MULTI AGENT SYSTEM CONTROL METHOD
TERMS: EMERGENCY SERVICE DETERMINE VALUE CHARGE RESPECT SOFTWARE
AGENT EXECUTE ENVIRONMENT SELECT EXECUTE ENVIRONMENT

DERWENT-CLASS: T01

EPI-CODES: T01-F05B; T01-M02; T01-N02B2; T01-S03;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-591410

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-263419

(P2003-263419A)

(43) 公開日 平成15年9月19日 (2003.9.19)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 6 F 15/16	6 2 0	G 0 6 F 15/16	6 2 0 W 5 B 0 4 5
15/177	6 7 2	15/177	6 7 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-64756 (P2002-64756)

(22) 出願日 平成14年3月11日 (2002.3.11)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 中村 哲也

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜 (外1名)

Fターム (参考) 5B045 BB28 BB42 BB48 GG01

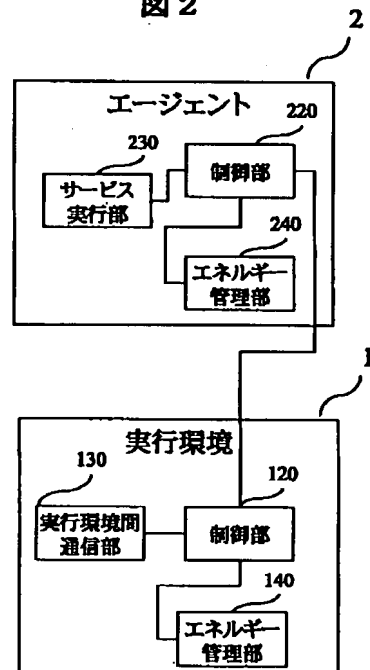
(54) 【発明の名称】 完全自律型マルチエージェントシステムにおけるシステム制御方法及びその実施装置並びにその処理プログラムと記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 エージェント実行環境上を自律的に振る舞うソフトウェアエージェントと実行環境がシステム構成要素として存在する中で、集中的な管理機能がない状況下においても、ユーザの評価の急激な変化や時空間変化に対して適応してエージェントがサービスを提供するために必要な処理方法を規定する。

【解決手段】 完全自律型マルチエージェントシステム制御方法であって、実行環境が、自身の上で動作（生存）するエージェントに対して、自身のランタイムサービスを起動していることに対する対価としてエネルギーを請求し、エージェントがエンドユーザに対して該エージェントのサービスを提供することに対して対価としてエネルギーを提供し、ネットワークを介して接続された周囲の実行環境とその実行環境上で動作するエージェントのエネルギー値と、自身のエネルギー値から、エージェントに対して請求するエネルギー値と、周囲の実行環境に対して請求・提供するエネルギー値を決定する手段を提供するものである。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワークを介して接続された計算機のOS上でソフトウェアオブジェクトを実行するために動作するプラットフォームを実行環境とし、該実行環境は、DirectoryサービスやLifecycleサービス、Migrationサービスといった、ランタイムサービスをOS上で起動し、その実行環境上で動作するソフトウェアオブジェクトをエージェントとし、該エージェントは、実行環境上を完全自律的に動作し、自身のサービスロジックを起動しユーザに提供することを目的として、サービスプロバイダにより実装・提供されるソフトウェアであり、前記エージェントと実行環境は、状態量“エネルギー”を保持し、該状態量“エネルギー”は正の実数値とし、前記エージェントのエネルギーの値が0になった時点、もしくは負の値になった時点で前記エージェントは消滅する完全自律型マルチエージェントシステム制御方法であって、前記実行環境が、自身の上で動作（生存）する前記エージェントに対して、自身のランタイムサービスを起動していることに対する対価としてエネルギーを請求するステップと、前記エージェントがエンドユーザに対して前記エージェントのサービスを提供することに対して対価としてエネルギーを提供するステップと、前記ネットワークを介して接続された周囲の実行環境とその実行環境上で動作するエージェントのエネルギー値と、自身のエネルギー値から、エージェントに対して請求するエネルギー値と、周囲の実行環境に対して請求・提供するエネルギー値を決定するステップとを具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御方法。

【請求項2】 請求項1に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御方法において、前記実行環境がその制御方法の処理手順を記述したプログラムを記録し・実装することにより前記制御方法を計算機上で動作させるステップを具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御方法。

【請求項3】 請求項1に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御方法において、前記実行環境によって請求されるエネルギー値に応じて、移動、複製、休止といった自身の振る舞いを決定するステップを具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御方法。

【請求項4】 請求項3に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御方法において、前記エージェントが行動論理を記述したプログラムを有し、その論理に基づいて行動するステップを具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御方法。

【請求項5】 ネットワークを介して接続された計算機のOS上でソフトウェアオブジェクトを実行するために動作するプラットフォームを実行環境とし、該実行環境は、DirectoryサービスやLifecycleサービス、Migra

tionサービスといった、ランタイムサービスをOS上で起動し、その実行環境上で動作するソフトウェアオブジェクトをエージェントとし、該エージェントは、実行環境上を完全自律的に動作し、自身のサービスロジックを起動しユーザに提供することを目的として、サービスプロバイダにより実装・提供されるソフトウェアであり、前記エージェントと実行環境は、状態量“エネルギー”を保持し、該状態量“エネルギー”は正の実数値とし、前記エージェントのエネルギーの値が0になった時点、もしくは負の値になった時点で前記エージェントは消滅する完全自律型マルチエージェントシステム制御装置であって、前記実行環境が、自身の上で動作（生存）する前記エージェントに対して、自身のランタイムサービスを起動していることに対する対価としてエネルギーを請求する手段と、前記エージェントがエンドユーザに対して前記エージェントのサービスを提供することに対して対価としてエネルギーを提供する手段と、前記ネットワークを介して接続された周囲の実行環境とその実行環境上で動作するエージェントのエネルギー値と、自身のエネルギー値から、エージェントに対して請求するエネルギー値と、周囲の実行環境に対して請求・提供するエネルギー値を決定する手段とを具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御装置。

【請求項6】 請求項5に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御装置において、前記実行環境がその制御方法の処理手順を記述したプログラムを記録し・実装することにより前記制御方法を計算機上で動作させる手段を具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御装置。

【請求項7】 請求項5に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御装置において、前記実行環境によって請求されるエネルギー値に応じて、移動、複製、休止といった自身の振る舞いを決定する手段を具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御装置。

【請求項8】 請求項7に記載の完全自律型マルチエージェントシステム制御方法において、前記エージェントが行動論理を記述したプログラムを有し、その論理に基づいて行動する手段を具備することを特徴とする完全自律型マルチエージェントシステム制御装置。

【請求項9】 ネットワークを介して接続された計算機のOS上でソフトウェアオブジェクトを実行するために動作するプラットフォームを実行環境とし、該実行環境は、DirectoryサービスやLifecycleサービス、Migrationサービスといった、ランタイムサービスをOS上で起動し、その実行環境上で動作するソフトウェアオブジェクトをエージェントとし、該エージェントは、実行環境上を完全自律的に動作し、自身のサービスロジックを起動しユーザに提供することを目的として、サービスプロバイダにより実装・提供されるソフトウェアであり、

前記エージェントと実行環境は、状態量“エネルギー”を保持し、該状態量“エネルギー”は正の実数値とし、前記エージェントのエネルギーの値が0になった時点、もしくは負の値になった時点で前記エージェントは消滅する完全自律型マルチエージェントシステム制御装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムであって、前記実行環境が、自身の上で動作（生存）する前記エージェントに対して、自身のランタイムサービスを起動していることに対する対価としてエネルギーを請求する処理と、前記エージェントがエンドユーザに対して前記エージェントのサービスを提供することに対して対価としてエネルギーを提供する処理と、前記ネットワークを介して接続された周囲の実行環境とその実行環境上で動作するエージェントのエネルギー値と、自身のエネルギー値から、エージェントに対して請求するエネルギー値と、周囲の実行環境に対して請求・提供するエネルギー値を決定する処理とを行うことを特徴とするプログラム。

【請求項10】 請求項9に記載のプログラムにおいて、前記実行環境がその制御方法の処理手順を記述したプログラムを記録し・実装することにより前記制御方法を計算機上で動作させる処理を行うことを特徴とするプログラム。

【請求項11】 請求項9に記載のプログラムにおいて、前記実行環境によって請求されるエネルギー値に応じて、移動、複製、休止といった自身の振る舞いを決定する処理を行うことを特徴とするプログラム。

【請求項12】 請求項11に記載のプログラムにおいて、前記エージェントが行動論理を記述したプログラムを有し、その論理に基づいて行動する処理を行うことを特徴とするプログラム。

【請求項13】 請求項9乃至12のうちいずれか1項に記載のプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サービス創発のための適応型ネットワークアーキテクチャJa-Netにおけるシステム制御（文献1：中村哲也、松尾真人、須田達也、情処全大IJ-02, vol13, Mar, 2002）に関し、特に、完全自律型マルチエージェントシステムにおいて、エージェント実行環境上を自律的に振る舞うソフトウェアエージェント（以下、エージェントという）と実行環境がシステム構成要素として存在する中で、集中的な管理機能がない状況下でシステムを制御するために必要な処理方法及びその処理方法の実施装置並びにその処理プログラムと処理プログラムを記録した記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の分散システムやネットワークにお

けるシステム制御の特徴を以下にまとめる。システム構築のストラテジーが、システム構成要素自身や、そのシステム構成要素を実装・配置することによって何かしらのサービスを提供したい主体（プロバイダ）、もしくは該システムが提供するネットワークサービスを享受するエンドユーザに対して、いかに各々の目的の達成に向け最大効率化するかということに主眼を置いている。

【0003】前記の観点において、“個”（システム構成要素、ここではエージェントという）の利己的行動による結果が、システムとしての方向性を決定づける。システムとしての最適化問題を解こうとする際には、システム全体を管理し、システム構成要素の最適配置などを決定するロジックを保持する管理主体の存在を前提としている。すなわち、システムの外部から評価関数が与えられており、個の動きを、その時々システムの状態として評価するような評価機構が存在する。

【0004】つまり、従来の技術は自律分散的に行動する“個”の観点によって構築されたモデルであり、システム全体を捉えたモデルではない。具体的な従来技術について以下に述べる。

【0005】（1）MojoNation（文献2：The MojoNation web site, <http://www.mojonation.net>）は、サービス内容（コンテンツ、情報、など）以外のもの（ファイルの断片の発見に手を貸したエージェント、ブロックを保持するストレージ、中継サーバ）に対して支払うべき対価（Mojo）を規定している。これらは、市場の原理で動いており、リソースに対する見返りは対価であり、いわばシステムデザインはビジネスモデルそのものである。

【0006】（2）Bio-Networking Architecture(Bionet)（文献3：The BNA project website, <http://netresearch.ics.uci.edu/bionet>、文献4：Technical Report TR00-03 web site, <http://netresearch.ics.uci.edu/bionet/publications/bionet-TR00-03.doc>）は、CEがノードに支払ったエネルギーの循環や、系のエネルギーによる制御については考えておらず、CEの自然淘汰の制御でのみエネルギーを利用している。

【0007】（3）Jnutella P2PプロトコルであるJPPP（文献5：The Jnutella web site, <http://www.jnutella.org>）もコストの概念を取り入れているが、ノードに対して支払われたコストに対する活用方法は規定していない。

【0008】（4）生物学的アプローチをとっているエージェントシステムは、他に、動的環境に適応するための免疫システムや、共生・寄生エージェントモデル（文献6：P., Martin, "Genetic Programming for Service Creation," ICIN, Bordeaux, France, pp. 264-269, jan. 2000、文献7：飯島正、山本喜一、土居範久，“拡張可能なエージェントのための共生・寄生モデル,” 信学技報, K BSE97-33, pp. 25-31, jan, 1998）が提案されている。これ

らの研究の主眼は、システム上の個体（エージェント）の振る舞いである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の技術においては、以下に述べるような問題点があった。既存のシステムは、系の最適設計を目指していることから、構成要素に対する不必要な冗長性を排除し、環境の変化に追従するための多様性を保持していない。つまり、システム構成要素が個々に外部からの要求に対して対処することはできるが、集団・組織として環境の変化を吸収し、その結果がシステムにフィードバックされる仕組み（コレクショニズム）は保持していない。よって適応能力は一過性のものである。具体的には、システムの評価関数が一定であり、それに適応したものだけが生き残る。このため、評価関数が極端に変化すると、もはやそれに適する要素は淘汰されている。

【0010】本発明の目的は、完全自律型マルチエージェントシステムであって、エージェント実行環境上を自律的に振る舞うソフトウェアエージェント（エージェント）と実行環境がシステム構成要素として存在する中で、集中的な管理機能がない状況下においても、ユーザの評価の急激な変化や時空間変化に対して適応してエージェントがサービスを提供するために必要な処理方法を規定することが可能な技術を提供することにある。本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明の概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。本発明のシステム制御方法は、完全自律型マルチエージェントシステムにおいて、“エネルギー”という概念を入れている。エージェントは自身のサービスロジックを起動し提供することでエネルギーを獲得し、また、ネットワークリソースを使用したり、実行環境のランタイムサービス、他のCEのサービスを利用するコストとして、エネルギーを消費する。エージェントは保持しているエネルギーが枯渇すると死滅する。

【0012】第1の発明は、ネットワークを介して接続された計算機のOS上でソフトウェアオブジェクトを実行するために動作するプラットフォームを実行環境とし、該実行環境は、DirectoryサービスやLifecycleサービス、Migrationサービスといった、ランタイムサービスをOS上で起動し、その実行環境上で動作するソフトウェアオブジェクトをエージェントとし、該エージェントは、実行環境上を完全自律的に動作し、自身のサービスロジックを起動しユーザに提供することを目的として、サービスプロバイダにより実装・提供されるソフトウェアであり、前記エージェントと実行環境は、状態量“エネルギー”を保持し、該状態量“エネルギー”は正の実数値とし、前記エージェントのエネルギーの値が0

10

20

30

40

50

になった時点、もしくは負の値になった時点で前記エージェントは消滅する完全自律型マルチエージェントシステム制御方法であって、実行環境が、自身の上で動作（生存）するエージェントに対して、自身のランタイムサービスを起動していることに対する対価としてエネルギーを請求し、エージェントがエンドユーザに対して該エージェントのサービスを提供することに対して対価としてエネルギーを提供し、ネットワークを介して接続された周囲の実行環境とその実行環境上で動作するエージェントのエネルギー値と、自身のエネルギー値から、エージェントに対して請求するエネルギー値と、周囲の実行環境に対して請求・提供するエネルギー値を決定する手段を提供するものである。

【0013】ある時空間の一点において行われるエージェントに対する評価によりそのエージェントを判断してしまうのは、先に述べたようにユーザ評価の極端な変化や局所性などに対処できない可能性があり、多様性や冗長性を排除する結果、変化への追従・適応能力を削いでしまう。これにより、実行環境はエージェントを長く生かし、様々な時空間レベルの環境変化への適応を実現することができる。

【0014】第2の発明は、前記第1の発明の局所的な実行環境によるシステム制御方法において、制御方法の処理手順を記述したプログラムを記録し・実装することにより、前記方法を計算機上で動作させることを特徴とする。

【0015】第3の発明は、前記第1の発明の局所的な実行環境によるシステム制御方法において、前記実行環境によって請求されるエネルギー値に応じて、移動、複製、休止といった自身の振る舞いを決定することを特徴とする。

【0016】一つのエージェントが把握できる他実行環境や他エージェントに関する情報は、局所的なものであり、そこでインタラクションできるエージェントは限定されたものである。もし、エージェントが移動しないと、移動していれば、ユーザの高い評価を得られる場合でも、それが実現できない可能性がある。これにより様々な時空間において自身をユーザに評価してもらうために、エージェントが移動することでユーザの評価をうける機会の均等化を実現することができる。

【0017】第4の発明は、前記第3の発明のエージェントの行動論理によるシステム制御方法において、行動論理を記述したプログラムを有し、その論理に基づいて行動することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明についてその実施形態（実施例）とともに詳細に説明する。

（実施例1）図1は、本発明の実施例1の完全自律型マルチエージェントシステムの全体のシステムの概略構成

を示す模式図であり、1は実行環境、2はエージェントである。図2は、図1の実行環境及びエージェントのそれぞれの概略構成を示すブロック図であり、120は実行環境・制御部、130は実行環境間通信部、140は実行環境・エネルギー管理部、220はエージェント・制御部、230はサービス実行部、240はエージェント・エネルギー管理部である。本実施例1の完全自律型マルチエージェントシステムは、図1に示すように、複数の実行環境1、複数のエージェント2からなっている。

【0019】前記実行環境1は、図2に示すように、実行環境・制御部120、実行環境間通信部130、及び実行環境・エネルギー管理部140で構成されている。前記実行環境・制御部120は、エージェントに対する請求エネルギー、報酬エネルギーを計算する。また、エージェント・制御部220に対するメッセージ送受信を行う。ネットワークで接続されている他の実行環境1のエネルギーに関する情報を実行環境間通信部130に対して要求する。自身の請求エネルギーや保持エネルギーの更新・通知要求のメッセージ送受信を実行環境・エネルギー管理部140に対して行う。なお、本実施例1で採用するランタイムサービス提供に対するエージェント2への請求エネルギーは、Lifecycleサービスに対するもののみとし、1種類の値とする。

【0020】前記実行環境間通信部130は、ネットワークで接続された他の実行環境のエネルギーに関する情報（具体的には他の実行環境1の保持エネルギー、請求エネルギー）を取得するために他の実行環境1に対して要求・通知をする。取得した情報は実行環境・制御部120に対して通知する。

【0021】前記実行環境・エネルギー管理部140は、自身の保持エネルギーと請求エネルギーを記録する。また、前記実行環境・制御部120からの要求に応じて、該エネルギー値を更新する。また、前記実行環境・制御部120からのエネルギー情報通知要求に対して通知する。本実施例1では、1種類の請求エネルギーのみを保持し、予め初期値が設定されているものとし、すべての実行環境1に等しいとする。

【0022】前記エージェント・制御部220は、実行環境1に対する請求エネルギー、報酬エネルギーに基づくエネルギー更新要求を受信する。また、エージェント・エネルギー管理部240に対して該エネルギー値更新を要求する。また、サービス実行部230からのサービス実行通知を受信し、前記実行環境・制御部120に対して報酬エネルギーを請求する。

【0023】前記サービス実行部230は、エージェント実装者によって提供されているサービスロジックを実行・提供する（ユーザへ提供する）。前記エージェント・制御部220に対してサービス実行通知を送信する。

【0024】前記エージェント・エネルギー管理部24

0は、自身の保持エネルギーを記録する。前記エージェント・制御部220からの要求に応じて、該エネルギー値を更新する。また、前記エージェント・制御部220からのエネルギー情報通知要求に対して通知する。本実施例1では、すべてのエージェント2に、初期状態としてある初期値が等しく設定されているものとする。

【0025】以下に、前記本実施例1の各モジュールの詳細について、図3～図8を用いて説明する。前記実行環境・制御部120は、図3に示すように、ランタイムサービス提供に対する請求エネルギー計算部1201、サービス実行に対する報酬エネルギー計算部1202、前記エージェント・制御部220に対するエネルギー値に関する情報送信部1203、前記エージェント・制御部220からの情報受信部1204、実行環境間通信部130に対するエネルギー値に関する情報送信部1205、実行環境間通信部130からのエネルギー値に関する情報受信部1206、実行環境・エネルギー管理部140に対するエネルギー値登録・問い合わせ部1207、及び実行環境・エネルギー管理部140からのエネルギー情報受信部1208で構成されている。

【0026】前記請求エネルギー計算部1201は、前記情報受信部1206、エネルギー情報受信部1208、実行環境・制御部120に対するエネルギー値に関する情報・要求送信部2202（図6）から受信したエネルギー情報に基づいてエージェント2に対する請求エネルギー値を計算する。該エネルギー値はエージェント2毎に異なる。前記計算結果を実行環境・制御部120からの情報・要求受信部2203（情報送信部1203を介する）とエネルギー値登録・問い合わせ部1207へ送信する。

【0027】前記報酬エネルギー計算部1202は、前記情報・要求送信部2202からのエージェント保持エネルギー値とエネルギー情報受信部1208からの自身の保持エネルギー値に基づいてエージェント2に対するサービス実行の報酬エネルギー値を計算する。その計算結果を前記情報・要求受信部2203（情報送信部1203を介する）に送信する。

【0028】前記情報送信部1203は、前記情報・要求受信部2203（図6）に対してメッセージを送信する。前記情報受信部1204は、前記情報・要求送信部2202からのメッセージを受信する。

【0029】前記情報送信部1205は、前記実行環境・制御部120からのエネルギー値に関する情報受信部1301（図4）へメッセージを送信する。前記情報受信部1206は、前記他の実行環境の実行環境間通信部130に対する依頼内容送信部1302（図4）からのメッセージを受信する。

【0030】前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207は、前記実行環境・制御部120からの問い合わせ受信部1401（図5）へメッセージを送信する。前記

エネルギー情報受信部1208は、前記実行環境・制御部120へのエネルギー値に関する情報送信部1402(図5)からのメッセージを受信する。

【0031】前記実行環境間通信部130は、図4に示すように、前記実行環境・制御部120からのエネルギー値に関する情報受信部1301、前記他の実行環境の実行環境間通信部130に対する依頼内容送信部1302、前記他の実行環境の実行環境間通信部130からのエネルギー値に関する情報受信部1303、及び前記実行環境・制御部120からのエネルギー値に関する情報送信部1304で構成されている。

【0032】前記情報受信部1301は、前記情報送信部1205からのメッセージを受信する。前記依頼内容送信部1302は、前記情報受信部1206へメッセージを送信する。前記情報受信部1303は、他の実行環境1の実行環境間通信部130の情報送信部1304からのメッセージを受信する。前記情報送信部1304は、他の実行環境1の実行環境間通信部130の前記情報受信部1303へメッセージを送信する。

【0033】前記実行環境・エネルギー管理部140は、図5に示すように、前記実行環境・制御部120からの問い合わせ受信部1401、前記実行環境・制御部120へのエネルギー値に関する情報送信部1402、ランタイムサービス提供に対する請求エネルギー保存部1403、及び自身のエネルギー値保存部1404で構成されている。

【0034】前記問い合わせ受信部1401は、前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からのメッセージを受信する。前記情報送信部1402は、前記エネルギー情報受信部1208へメッセージを送信する。前記請求エネルギー保存部1403は、前記請求エネルギー計算部1201によって計算された請求エネルギーに基づいて更新、保存する。前記自身のエネルギー値保存部1404は、問い合わせ受信部1401からの要求に応じて自身の保持エネルギー値を保存、更新する。

【0035】前記エージェント・制御部220は、図6に示すように、サービス実行部230(図2)からのサービス実行通知受信部2201、前記実行環境・制御部120に対するエネルギー値に関する情報・要求送信部2202、前記実行環境・制御部120からの情報・要求受信部2203、前記エージェント・エネルギー管理部240に対するエネルギー値登録・問い合わせ部2204、及び前記エージェント・エネルギー管理部240からのエネルギー情報受信部2205で構成されている。

【0036】前記サービス実行通知受信部2201は、前記エージェント・制御部220に対するサービス実行通知送信部2302(図7)からのサービス実行通知を受信する。前記情報・要求送信部2202は、前記情報受信部1204へメッセージを送信する。前記情報・要

求受信部2203は、前記情報送信部1203からのメッセージを受信する。

【0037】前記エネルギー値登録・問い合わせ部2204は、エージェント・制御部220からの問い合わせ受信部2401(図8)へメッセージを送信する。前記エネルギー情報受信部2205は、エージェント・制御部220へのエネルギー値に関する情報送信部2402(図8)からのメッセージを受信する。

【0038】前記エージェント・サービス実行部230は、図7に示すように、サービス実行部2301及び前記エージェント・制御部220に対するサービス実行通知送信部2302で構成されている。前記サービス実行部2301は、エージェント実装者によって実装されたサービスロジックを起動し、エンドユーザに対して該サービスを提供する。サービス実行通知送信部2302は、前記サービス実行通知受信部2201に対してサービス実行を通知する。

【0039】前記エージェント・エネルギー管理部240は、図8に示すように、前記エージェント・制御部220からの問い合わせ受信部2401、前記エージェント・制御部220へのエネルギー値に関する情報送信部2402、及び自身のエネルギー値保存部2403で構成されている。前記問い合わせ受信部2401は、前記エネルギー値登録・問い合わせ部2204からのメッセージを受信する。前記情報送信部2402は、前記エネルギー情報受信部2205へメッセージを送信する。前記エネルギー値保存部2403は、自身の保持エネルギーを保存し、前記問い合わせ受信部2401からの要求に応じて更新する。

【0040】図9～図11は本実施例1の実行環境シーケンスのフローチャートである。本実施例1の実行環境シーケンスは、エージェントに対する請求エネルギーを計算するため、計算に必要となる以下に示すデータ

(a)、(b)、(c)を取得するために起動される。

(a) ネットワークで接続された他の実行環境の保持エネルギー及び請求エネルギー

(b) 自身の上で動作しているエージェントの保持エネルギー

(c) 自身の保持エネルギー及び請求エネルギー

【0041】本実施例1の実行環境シーケンスは、予め設定された周期毎(1分毎、など)に起動される(図9:ステップ7001)。前記情報送信部1205から前記情報受信部1301に対し、ネットワークで接続された他の実行環境の保持エネルギー及び請求エネルギーを通知してくれるよう要求する(図9:ステップ7002)。前記ステップ7002による依頼を前記情報受信部1301が受信する(図9:ステップ7003)。前記情報受信部1301により受信した依頼を、依頼内容送信部1302により他の実行環境の情報受信部1303に対して転送する(図9:ステップ7004)。

【0042】前記ステップ7004による依頼を他の実行環境（複数あり得る）の情報受信部1303が受信する（図11：ステップ8001）。前記情報受信部1303で受信した依頼を情報送信部1304に転送する（図11：ステップ8002）。前記情報送信部1304からの依頼転送を、情報受信部1206が受信する（図11：ステップ8003）。前記情報受信部1206により受信した依頼を、エネルギー値登録・問い合わせ部1207により送信する（図11：ステップ8004）。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207による要求を、問い合わせ受信部1401で受信する（図11：ステップ8005）。

【0043】前記問い合わせ受信部1401で受信した依頼に対し、請求エネルギー保存部1403、自身のエネルギー値保存部1404で保存されている自身の保持エネルギー及び請求エネルギーを情報送信部1402を用いて返す。この戻り値は、保持エネルギー、請求エネルギーの2つの正の実数値である（図11：ステップ8006）。情報送信部1402により戻された2つのエネルギー値をエネルギー情報受信部1208で受信し、情報送信部1205により情報受信部1301へ転送する（図11：ステップ8007）。前記情報受信部1301で受信した保持エネルギー値及び請求エネルギー値を、依頼内容送信部1302により要求元の実行環境の前記情報受信部1303に対して送信する（図11：ステップ8008）。

【0044】他の実行環境から戻ってきた2つのエネルギー値を前記情報受信部1303により受信する（図9：ステップ7005）。前記情報受信部1303で受信した戻り値を情報送信部1304により情報受信部1206へ送信する。前記情報受信部1206はこれを受信し、前記実行環境・制御部120の請求エネルギー計算部1201へ転送する（図9：ステップ7006）。前記ステップ7002と並行して、情報送信部1203により自身の上で動作しているエージェントに対し、その保持エネルギー値を通知するよう要求する。この要求を情報・要求受信部2203に対して送信する（図9：ステップ7007）。

【0045】情報送信部1203からの保持エネルギー通知要求を情報・要求受信部2203で受信する（図13：ステップ20001）。情報・要求受信部2203で受信した依頼を、エージェント・制御部220のエネルギー値登録・問い合わせ部2204によりエージェント・エネルギー管理部240の受信部2401へ転送する（図13：ステップ20002）。前記エネルギー値登録・問い合わせ部2204からの依頼を受信部2401で受信する（図13：ステップ20003）。

【0046】前記受信部2401で受信した依頼に対し、請求エネルギー保存部2403で記録されている自身の保持エネルギー値を情報送信部2402によりエネ

ルギー情報受信部2205へ返す。戻り値は正の実数値である（図13：ステップ20004）。前記エネルギー情報受信部2205により情報送信部2402からの戻り値を受信したら、情報・要求送信部2202を用いて情報受信部1204に対して該エネルギー値を送信する（図13：ステップ20005）。

【0047】前記情報・要求送信部2202からの戻り値を情報受信部1204が受信する。受信したエネルギー値は、請求エネルギー計算部1201へ転送する（図9：ステップ7008）。前記ステップ7002とステップ7007と並行して、エネルギー値登録・問い合わせ部1207により自身の保持エネルギー、請求エネルギーを通知するよう要求する。この要求を、受信部1401に対して送信する（図9：ステップ7009）。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からのエネルギー情報通知要求を受信部1401が受信する（図9：ステップ7010）。

【0048】前記要求を受信した受信部1401は、請求エネルギー保存部1403、自身のエネルギー値保存部1404に保存されている自身の保持エネルギー及び請求エネルギーを情報送信部1402を用いて返す。この戻り値は、保持エネルギー、請求エネルギーの2つの正の実数値である。情報送信部1402により戻された2つのエネルギー値をエネルギー情報受信部1208で受信し、請求エネルギー計算部1201へ転送する（図9：ステップ7011）。

【0049】請求エネルギー計算部1201では、前記情報受信部1206、前記情報受信部1204、及びエネルギー情報受信部1208から転送された（a）ネットワークで接続された他の実行環境の保持エネルギー及び請求エネルギー（1206より）、（b）自身の上で動作しているエージェントの保持エネルギー（1204より）、並びに（c）自身の保持エネルギー及び請求エネルギー（1208より）のエネルギー情報を用いて、自身がエージェントに対して請求する請求エネルギー値を計算・決定する（図9：ステップ7012）。

【0050】ここで、前記請求エネルギー計算方法について説明する。他の実行環境の、保持エネルギーに対する請求エネルギーの割合の平均をA、自身の保持エネルギーをB、請求エネルギーをC、自身の上で動作しているあるエージェントの保持エネルギーをDとすると、そのエージェントに対する請求エネルギーを $(C + 2(A - C/B)) \times D \times D \times 0.001$ とする。

【0051】前記請求エネルギー計算部1201により計算・決定されたエージェント毎に対する請求エネルギーは、情報送信部1203により情報・要求受信部2203へ送信され、請求される。データは正の実数値である（図10：ステップ7013）。

【0052】情報送信部1203からのエネルギー請求を情報・要求受信部2203が受信する（図14：ステ

ップ21001)。情報・要求受信部2203が受信したエネルギー請求に対し、エネルギー値登録・問い合わせ部2204により保持エネルギー更新要求を問い合わせ受信部2401へ送信する(図14:ステップ21002)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部2204からの更新要求を問い合わせ受信部2401が受信する(図14:ステップ21003)。

【0053】更新要求を受信した問い合わせ受信部2401は、エネルギー値保存部2403に対して請求されているエネルギー分だけ、保持エネルギー値から差し引くように要求し、エネルギー値保存部2403は保存している保持エネルギーを更新する(図14:ステップ21004)。前記更新完了通知を情報送信部2402によりエネルギー情報受信部2205へ送信する(図14:ステップ21005)。前記更新完了通知を受信したエネルギー情報受信部2205は、情報・要求送信部2202により情報受信部1204へ転送する(図14:ステップ21006)。

【0054】情報・要求送信部2202からの完了通知を情報受信部1204で受信する(図10:ステップ7014)。前記情報受信部1204は、該完了通知をエネルギー値登録・問い合わせ部1207により問い合わせ受信部1401へ送信し、請求したエネルギー値分を自身の保持エネルギーに加算するよう更新要求する(図10:ステップ7015)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からの更新要求を問い合わせ受信部1401が受信する(図10:ステップ7016)。前記更新要求を受信した問い合わせ受信部1401は、自身のエネルギー値保存部1404で保存されている保持エネルギーに、エージェントに対する請求分を加算し更新する(図10:ステップ7017)。

【0055】前記ステップ7013と並行して、請求エネルギー計算部1201により計算・決定された個々のエージェントに対する請求エネルギー値の平均値を、それまでの請求エネルギー値Cに変わる新たな請求エネルギーとして前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207により前記問い合わせ受信部1401へ更新要求する(図10:ステップ7018)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からの請求エネルギー更新要求を前記問い合わせ受信部1401が受信する(図10:ステップ7019)。前記更新要求を受信した前記問い合わせ受信部1401は、請求エネルギー保存部1403で保持している請求エネルギー値を、新たな請求エネルギー値に置き換える(図10:ステップ7020)。

【0056】エージェントが自身のサービスロジックを起動し、エンドユーザに対しサービスを提供すると、サービス実行部2301は実行通知送信部2302によりサービス実行通知受信部2201へその旨を送信する(図15:ステップ30001)。前記実行通知送信部2302からのサービス実行通知をサービス実行通知受

信部2201が受信する(図15:ステップ30002)。前記実行通知送信部2302からの通知を受信したサービス実行通知受信部2201は、情報・要求送信部2202によりエネルギー値登録・問い合わせ部2204、エネルギー情報受信部2205を用いて取得した自身の保持エネルギーとセットにして情報受信部1204へ送信する(図15:ステップ30003)。

【0057】前記情報・要求送信部2202からのサービス実行通知として、エージェントがサービスを実行した旨と該エージェントの保持エネルギー値を情報受信部1204が受信する(図12:ステップ10001)。前記情報受信部1204によりサービス実行通知を受信すると、エネルギー値登録・問い合わせ部1207により自身の保持エネルギー、請求エネルギーを通知するよう要求する。この要求を、問い合わせ受信部1401に対して送信する(図12:ステップ10002)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からのエネルギー情報通知要求を問い合わせ受信部1401が受信する(図12:ステップ10003)。

【0058】要求を受信した問い合わせ受信部1401は、請求エネルギー保存部1403、自身のエネルギー値保存部1404に保存されている自身の保持エネルギー及び請求エネルギーを情報送信部1402を用いて返す。この戻り値は、保持エネルギー、請求エネルギーの2つの正の実数値である。前記情報送信部1402により戻された2つのエネルギー値をエネルギー情報受信部1208で受信し、報酬エネルギー計算部1202へ転送する(図12:ステップ10004)。

【0059】情報・要求送信部2202からエージェントの保持エネルギー、エネルギー情報受信部1208から自身の保持エネルギー及び請求エネルギーを取得した報酬エネルギー計算部1202は、これらの3つのデータを元にエージェントに対する報酬エネルギーを計算する(図12:ステップ10005)。

【0060】ここで、本実施例における報酬エネルギー計算方法について説明する。自身の保持エネルギーをX、請求エネルギーをY、該エージェントの保持エネルギーをZとすると、そのエージェントに対する報酬エネルギーを $Y \times 1.01 / \sqrt{X/Z}$ とする。

【0061】前記報酬エネルギー計算部1202により算出された報酬エネルギー値を情報送信部1203を用いて情報・要求受信部2203へ送信する(図12:ステップ10006)。データは、正の実数値である。

【0062】前記情報送信部1203からのエネルギー更新要求(報酬エネルギー)を情報・要求受信部2203が受信する(図15:ステップ30004)。前記情報・要求受信部2203で受信した更新要求は、エネルギー値登録・問い合わせ部2204により問い合わせ受信部2401へ更新依頼する(図15:ステップ30005)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部2204

からの更新要求を問い合わせ受信部2401が受信する(図15:ステップ30006)。

【0063】前記問い合わせ受信部2401が更新要求を受信すると、転送されてきた報酬エネルギー分をエネルギー値保存部2403で保存している保持エネルギーに加算する(図15:ステップ30007)。エネルギー更新を完了すると、加算分のエネルギー値を戻り値として情報送信部2402によりエネルギー情報受信部2205へ送信する(図15:ステップ30008)。情報送信部2402からの更新完了通知を受信したエネルギー情報受信部2205は、情報・要求送信部2202により情報受信部1204へ加算エネルギー(報酬エネルギー)値と共に完了通知を送信する(図15:ステップ30009)。

【0064】情報・要求送信部2202からの完了通知を情報受信部1204が受信する(図12:ステップ10007)。同時に、情報受信部1204が更新完了通知を受信すると、エネルギー値登録・問い合わせ部1207により問い合わせ受信部1401へエージェントへの報酬分のエネルギー値を自身の保持エネルギーから差し引くよう更新要求する(図12:ステップ10008)。前記エネルギー値登録・問い合わせ部1207からの更新要求を問い合わせ受信部1401が受信する(図12:ステップ10009)。更新要求を受信した問い合わせ受信部1401は、エージェントへの報酬分のエネルギー値を自身のエネルギー値保存部1404で保存している自身の保持エネルギーから差し引く(図12:ステップ10010)。

【0065】(実施例2)図16は、本発明の実施例2のエージェント・制御部の概略機能構成を示すブロック図、図17は、本発明の実施例2の前記実施例1の実行環境のシーケンスに追加・変更した部分を示すフローチャート、図18は、本発明の実施例2の前記実施例1のエージェントのシーケンスに追加・変更した部分を示すフローチャートである。追加・変更の部分は二重枠で囲んである。本発明の実施例2のシステム構成は、図16に示すように、前記本実施例1のエージェント・制御部220の機能構成に移動制御部2206を追加してエージェント・制御部220Aの機能構成としたものである。

【0066】本発明の実施例2の前記実施例1に追加した部分のモジュールの詳細について、図17及び図18を用いて説明する。本実施例2のエージェント・制御部220Aは、前記実施例1のエージェント・制御部220に追加した移動制御部2206で情報・要求受信部2203からの実行環境の請求エネルギーを比較し、請求エネルギーの少ない実行環境へと移動するポリシーをもち、移動を実行するものである。

【0067】前記ステップ21001により情報送信部1203からのエネルギー請求を情報・要求受信部22

03が受信すると、情報・要求送信部2202により情報受信部1204に対し、ネットワークで接続された他の実行環境の請求エネルギーの通知要求を送信する(図18:ステップ50001)。

【0068】情報・要求送信部2202からの通知要求を情報受信部1204が受信する(図17:ステップ40001)。情報受信部1206が他の実行環境の請求エネルギーを受信すると、情報送信部1203により情報・要求受信部2203へ該請求エネルギー値を送信する(図17:ステップ40002)。

【0069】前記情報送信部1203からの他実行環境の請求エネルギー値を情報・要求受信部2203が受信する(図18:ステップ50002)。情報・要求受信部2203が受信した情報をエージェント・制御部220Aの移動制御部2206へ転送する(図18:ステップ50003)。情報・要求受信部2203からの情報を前記移動制御部2206が受信する(図18:ステップ50004)。前記移動制御部2206は、受信したデータを元に、最も請求エネルギー値が少ない実行環境を選択し、移動先に決定する(図18:ステップ50005)。前記移動制御部2206の移動ロジックを起動し、選択した実行環境へ移動する(モバイルエージェントの移動プロトコルに従って移動する)(図18:ステップ50006)。

【0070】以上、本発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0071】

【発明の効果】本願において開示される発明によって得られる効果を簡単に説明する。将来のユニバーサルネットワークにおいては莫大な数のユーザ、多種多様なデバイス、ソフトウェア、情報などが構成要素として、提供されるとともに、それらを用いて提供されるサービス自体も多種多様化し、その数も飛躍的に増加する。したがって、莫大な構成要素・サービスが動的に変化する状況でも、前記適応サービスを安定して提供しつづけるスケラビリティや可用性が必要となる。本発明によれば、全ての構成要素やサービスを集中的に一括管理することは不可能な環境下において、集中的な管理機構を前提としない、自律分散的なサービスの自己組織化手段により、莫大な構成要素・サービスが動的に変化する状況でも、前記適応サービスを安定して提供しつづけるスケラビリティや可用性の実現が可能となる。また、ユーザのサービスに対する要求は予測がつかない状況においても、新たな要求へ対応するために、サービスとネットワークのインフラストラクチャ自体が共に変化し、新たな機能・形態を創造する能力を具備することにより、ユーザ要求の時空間変化への対応が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の完全自律型マルチエージェントシステムの全体のシステムの概略構成を示す模式図である。

【図2】本実施例1の実行環境及びエージェントのそれぞれの概略構成を示すブロック図である。

【図3】本実施例1の実行環境・制御部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図4】本実施例1の実行環境間通信部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図5】本実施例1の実行環境・エネルギー管理部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図6】本実施例1のエージェント・制御部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図7】本実施例1のエージェントのサービス実行部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図8】本実施例1のエージェント・エネルギー管理部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図9】本実施例1の実行環境のシーケンスのフローチャートである。

【図10】図9の実行環境のシーケンスのフローチャートの続きである。

【図11】本実施例1の実行環境のシーケンスのフローチャートである。

【図12】本実施例1の実行環境のシーケンスのフローチャートである。

【図13】本実施例1のエージェントのシーケンスのフローチャートである。

【図14】本実施例1のエージェントの実行環境のシーケンスのフローチャートである。

【図15】本実施例1のエージェントのシーケンスのフローチャートである。

【図16】本発明の実施例2のエージェント・制御部の概略機能構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の実施例2の前記実施例1の実行環境のシーケンスに追加・変更した部分を示すフローチャートである。

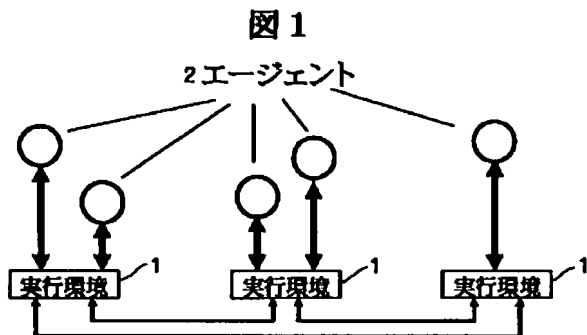
【図18】本発明の実施例2の前記実施例1のエージェントのシーケンスに追加・変更した部分を示すフローチャートである。

ャートである。

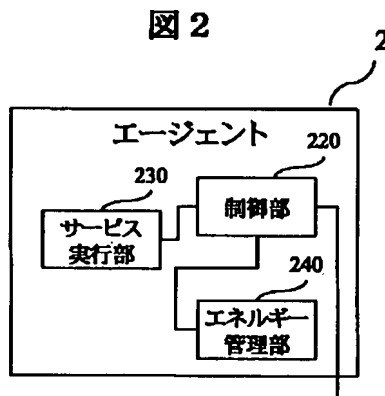
【符号の説明】

1…実行環境	2…エージェント
120…実行環境・制御部	130…実行環境間通信部
140…実行環境・エネルギー管理部	220…エージェント・制御部
230…サービス実行部	240…エージェント・エネルギー管理部
1201…請求エネルギー計算部	1202…報酬エネルギー計算部
1203…情報送信部	1204…情報受信部
1205…情報送信部	1206…情報受信部
1207…エネルギー値登録・問い合わせ部	
1208…エネルギー情報受信部	
1301…情報受信部	1302…依頼内容送信部
1303…情報受信部	1304…情報送信部
1401…問い合わせ受信部	1402…情報送信部
1403…請求エネルギー保存部	1404…自身のエネルギー値保存部
2201…サービス実行通知受信部	2202…情報・要求送信部
2203…情報・要求受信部	
2204…エネルギー値登録・問い合わせ部	
2205…エネルギー情報受信部	2301…サービス実行部
2302…サービス実行通知送信部	2401…問い合わせ受信部
2402…情報送信部	2403…自身のエネルギー値保存部
220A…エージェント・制御部	2206…移動制御部

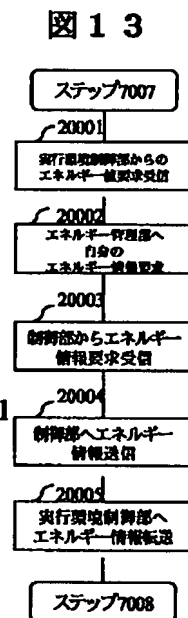
【図1】



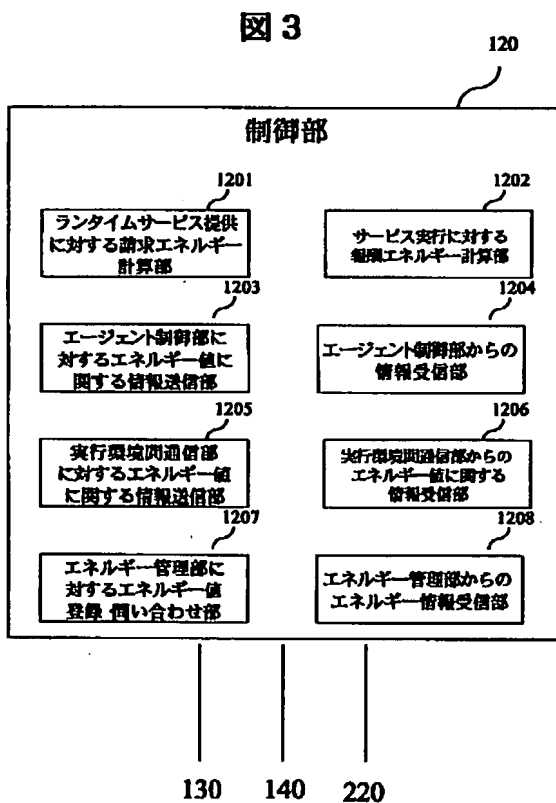
【図2】



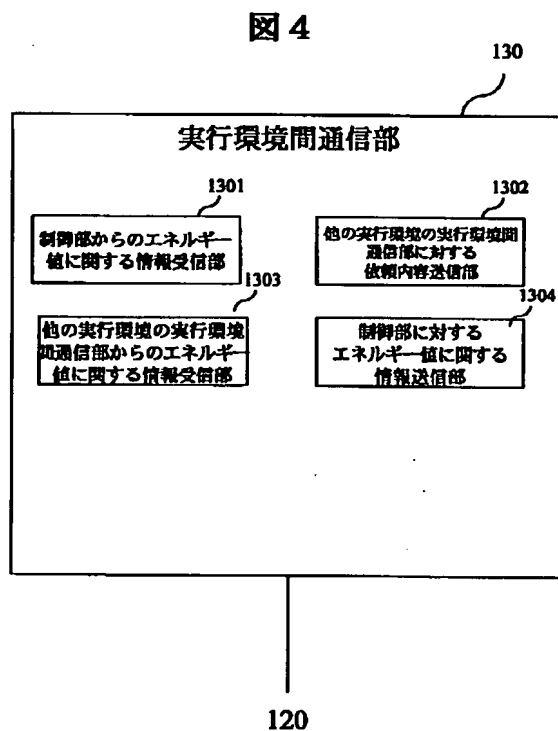
【図13】



【図3】

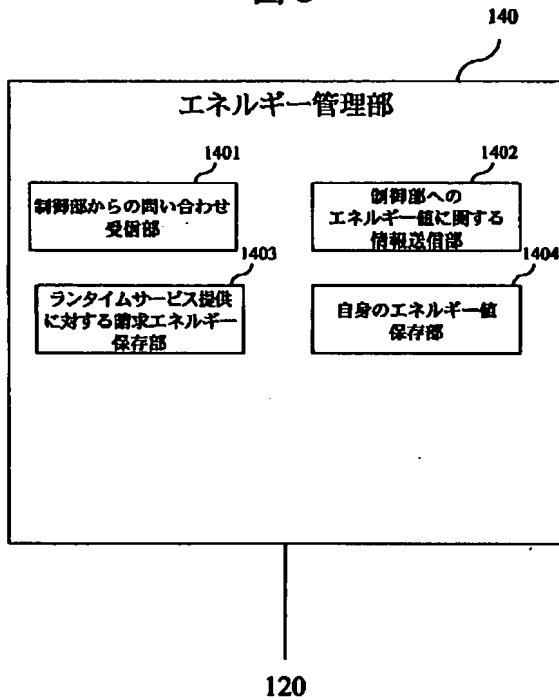


【図4】



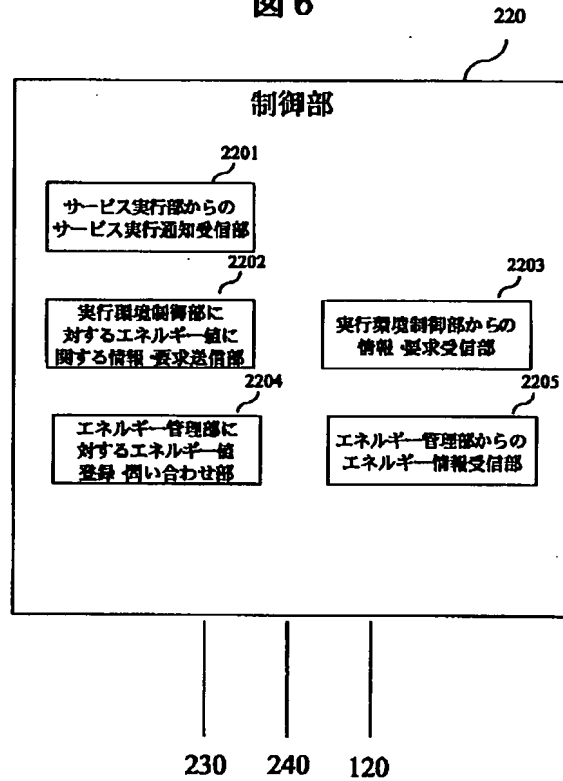
【図5】

図 5



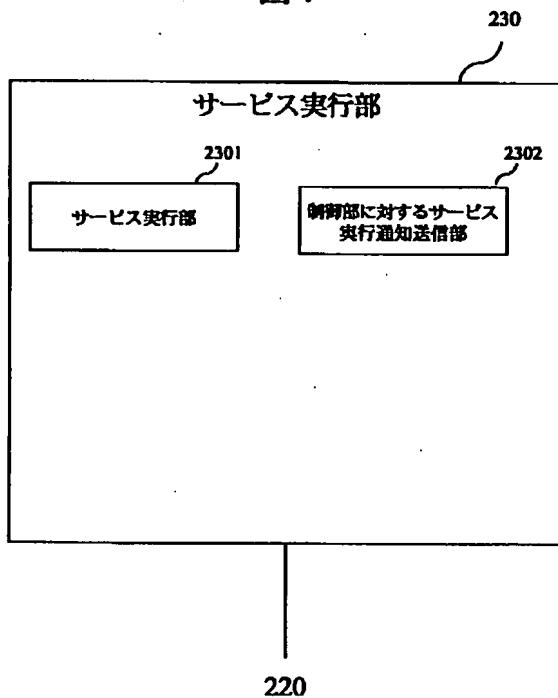
【図6】

図 6



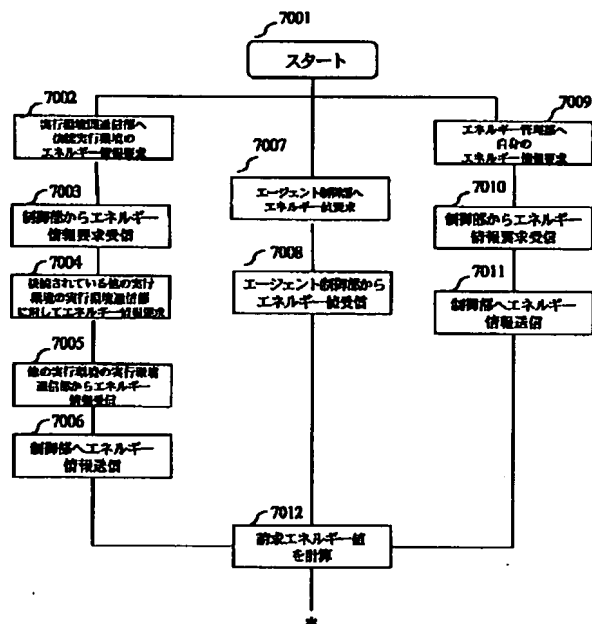
【図7】

図 7



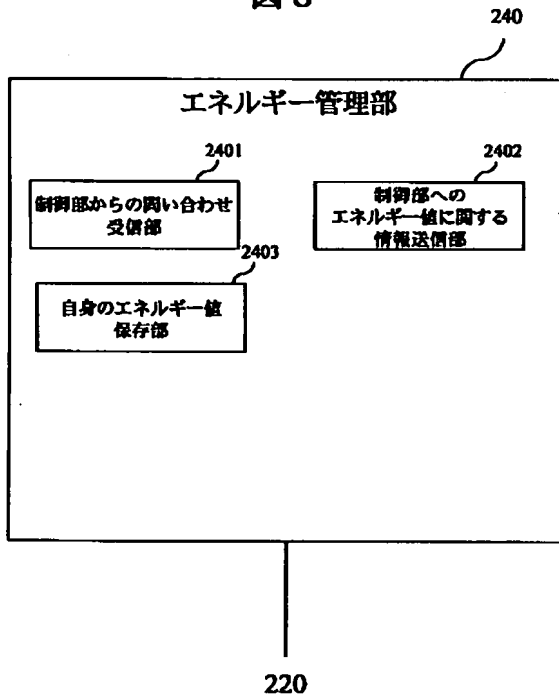
【図9】

図 9



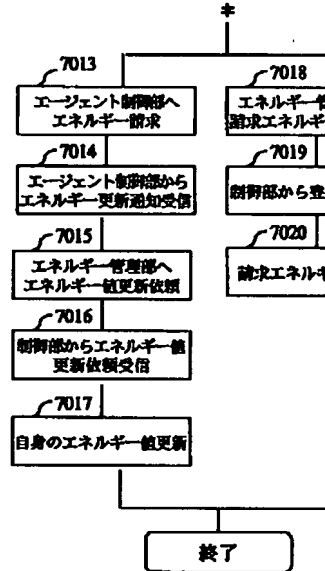
【図8】

図 8



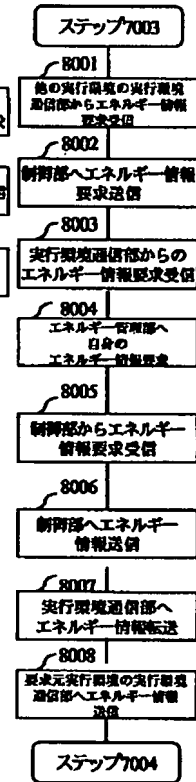
【図10】

図 10



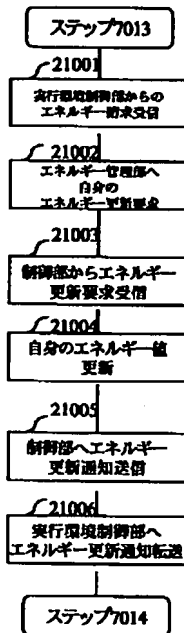
【図11】

図 11



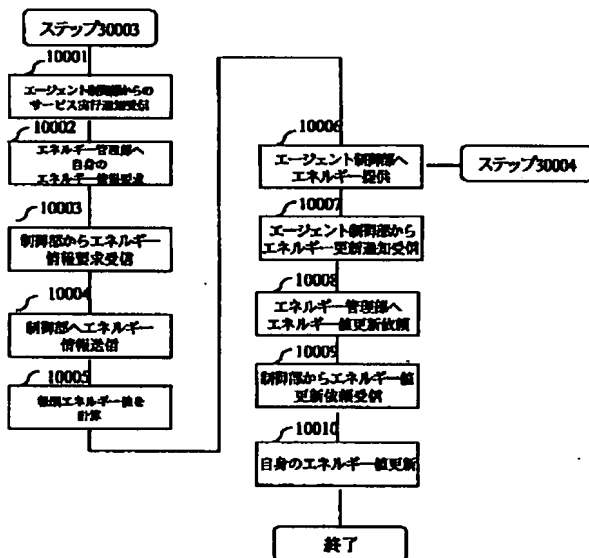
【図14】

図 14



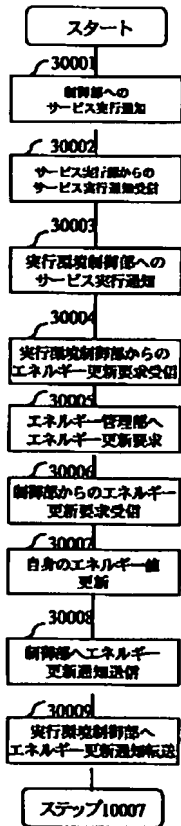
【図12】

図 12



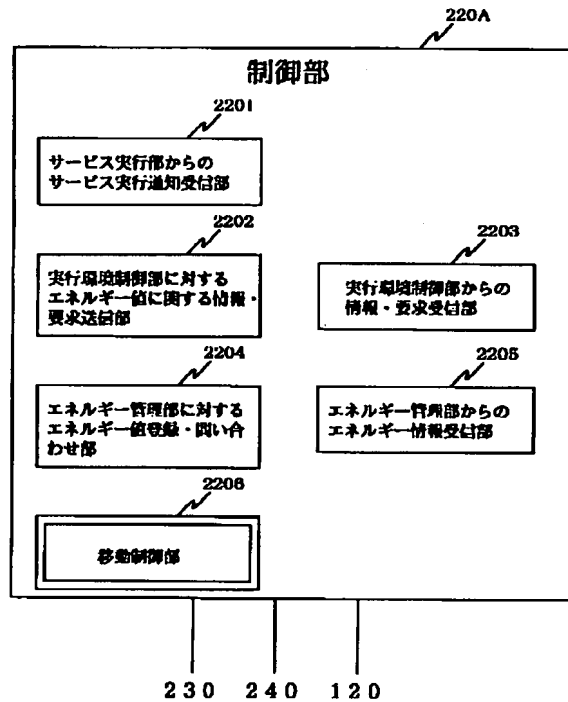
【図15】

図 15



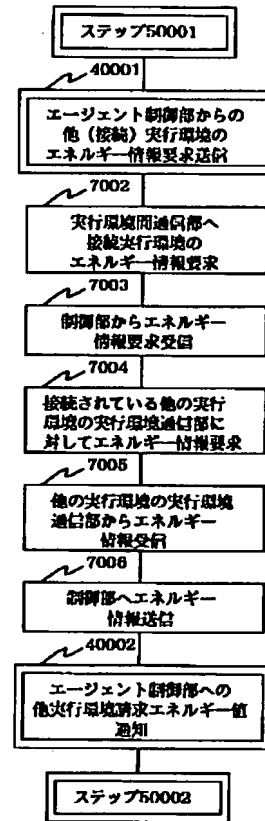
【図16】

図 16



【図17】

図 17



【図18】

図18

